Beiträge

zur

Kenntniss des Hühner-Eiweisses.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

vorgelegt der

Hohen medicinischen Facultät zu Erlangen

am 9. März 1889

von

Ernst Geissler,
cand. med. aus Erfurt.

Erlangen 1889.
Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Fakultät.

Referent: Prof. Dr. Rosenthal.

Seiner theuren Mutter

in

Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546422_0124

Die Veränderungen, welche das Eiereiweiss durch Alkalien erleidet, sind in der jüngsten Zeit mehrfach der Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Nachdem Tarchanoff[1]) gezeigt hatte, dass nach Zusatz einer gewissen Menge von Kali- oder Natronlauge Hühnereiweiss beim Erhitzen glasig gerinne und dass ein in geeigneter Weise hergestelltes Alkali-Albuminat auch als Nährboden in der Bakteriologie verwendet werden könne, haben Rosenthal und Schulz[2]) die Darstellung solcher Nährboden durch Vereinfachung des Tarchanoff'schen Verfahrens wesentlich erleichtert. Die Letztgenannten haben bei ihren Versuchen beobachtet, dass das aus Kali- oder Natronlauge zu gewinnende Alkali-Albuminat bei wechselnden Mengen des Alkalis und grösserer oder geringerer Verdünnung wechselnde Durchsichtigkeit und Consistenz zeige. — Auf Anregung des Herrn Professor Rosenthal habe ich es unternommen, die verschiedenen Modificationen des Alkali-Albuminates näher zu untersuchen und zugleich das Verhalten von Hühnereiweiss gegen Kalk und Baryt, gegen kohlensaure Alkalien, sowie gegen neutrale anorganische Salze zu prüfen.

Bevor ich über die von mir gewonnenen Resultate berichte, sei eine kurze Uebersicht über die wichtigsten, das Verhalten von Eiweiss gegen Alkalien und basische Salze betreffenden früheren Arbeiten vorausgeschickt.

Die Erscheinungen, welche Kali- und Natronlauge in Eiweisslösungen hervorrufen, sind bereits von Liebig, Mulder und Anderen studirt worden. Die eingehendste

---

1) Pflüger's Archiv XXXIII. 303 und XXXIX. 476 u. 485.
2) Biolog. Centralbl. Bd. VIII No. 10.

Untersuchung über Alkali-Albuminate aber verdanken wir Lieberkühn[1]), welcher sie im Jahre 1848 ausführte. Er suchte darin das Verhalten des Eiweisses gegenüber verschiedenen Säuren und Alkalien, Aether und Alkohol aufzuklären. Das nach ihm benannte Alkali-Albuminat stellte er in folgender Weise dar: Er gab Hühnereiweiss mit dem gleichem Volumen Wasser zusammen, rührte die Mischung durch und filtrirte. Dem Filtrate, bei 40° in flachen Schalen auf die Hälfte seines Volumens verdunstet, fügte er tropfenweise starke Kalilauge zu, bis es zu einer festen, durchsichtigen Gallerte erstarrte. Dieselbe wurde in Stücke zerschnitten und nun mit destillirtem Wasser so lange ausgelaugt, bis das Waschwasser gegen Lackmus keine alkalische Reaction mehr ergab. Die im Sinne meiner Arbeit wichtigsten Eigenschaften dieser Gallerte sind folgende: In der Kälte, d. h. bei 15° entstehend, wird dieselbe durch Digeriren mit Wasser bei 40° gelöst, wird also beim Erwärmen flüssig und nach dem Erkalten wieder fest. Man erhält sie aber nur, wenn die auf einander wirkenden Eiweisslösungen und Laugen concentrirt sind. Dieses neutrale Kali-Albuminat hielt Lieberkühn für eine chemische Verbindung, in welcher dem Albumin die Rolle einer Säure zukäme. Durch vorsichtiges Zusetzen von Essigsäure erhielt er aus der wässerigen oder alkoholischen Lösung das Albuminat in Flocken gefällt. Er schrieb dem Kali-Albuminat die Formel $C_{72}H_{112}N_{19}SO_{23}K_2$ zu und fand dieselbe übereinstimmend mit den Ergebnissen sowohl der Analyse des durch Säuren aus der Kaliverbindung gefällten Eiweisskörpers als auch der Analysen der von ihm dargestellten Baryt-, Kupfer-, Zink- und Silberverbindung.

Diese seine Theorie wurde angegriffen von Hoppe-Seyler, Kühne und Anderen. Brücke[2]) zeigte, dass bei der Darstellung des Lieberkühn'schen Eiweisses Schwefel-

1) Joh Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1848 S. 285.

2) Brücke, Sitzungsber. d. Wiener Acad. LX. 2 Abthlg. S. 894. 1867.

kalium gebildet wird. Soxhlet[1]) fand, indem er den aus der Albuminatlösung gefällten Eiweisskörper in Kalilauge 4—5 mal nach einander wieder auflöste, das nämliche Entstehen von Schwefelkalium und musste somit annehmen, dass nach einander verschiedene Eiweisskörper auftreten, wenn sie auch sämmtlich bezüglich der Reactionen ihrer Alkaliverbindungen sich gleichen. Lieberkühn verwendete bei seinen Versuchen immer Hühnereiweiss: da wir nun heute wissen, dass dieses kein einheitlicher Eiweisskörper ist und da wir von einer chemischen Verbindung nur dann reden können, wenn die Analyse stets dieselbe Zusammensetzung ergibt, so können wir Lieberkühn's Annahme, dass eine solche Verbindung in dem gallertigen Kalialbuminat vorliege, nicht beipflichten.

Indem ich die Arbeiten letztgenannter Forscher, die mit den von mir ausgeführten Untersuchungen nicht in näherer Beziehung stehen, übergehe, hebe ich die Ausführungen von Tarchanoff hervor, welche sich direct an die Lieberkühn'sche Abhandlung anschliessen lassen.

Tarchanoff erlangte, wie er erzählt[2]), durch Zufall Kenntniss von der glasigen Gerinnung des Eiweisses der Eier der Uferschwalben. Bei einem Landaufenthalte am Strande kam ein kleines Bauernmädchen, welches beim Spielen Uferschwalbeneier gefunden und darauf wie Hühnereier gesotten hatte, zu ihm mit der Frage, warum der Dotter wie mit Glas umschichtet sei. Er untersuchte darauf hin diese Eier und diejenigen der den Uferschwalben verwandten Vögel, Kibitze, u. s. w. genauer und kam zu dem Resultate, dass das Eiweiss der Nesthocker beim Erhitzen die gleiche Erscheinung, nämlich durchsichtiges, glasig-klares Gerinnen zeige, im Gegensatz zu der undurchsichtigen, milchig-weissen Gerinnung des Eiweisses andrer Vögel, der Nestflüchter. Zu Ehren der kleinen Entdeckerin bezeichnete er ersteres Eiweiss mit dem Kosenamen derselben, nannte es Tataeiweiss und fand dieses

1) Journal f. pract. Chem. N. F. VI. S. 1. 1872.
2) Pflüger's Archiv, Bd. XXXIII. S. 303 ff.

fast durchweg bei allen Nesthockern, mit Ausnahme weniger Species, welche den Uebergang zu den Nestflüchtern bilden oder sich wenigstens ihrer Lebensweise nach diesen sehr angenähert haben. Nunmehr suchte er zu ergründen, wodurch diese verschiedenartige Gerinnung bedingt sei. Es zeigte sich, dass frisches Tataeiweiss einen um 2% grösseren Wassergehalt (90 gegen 88%) habe als frisches Hühnereiweiss. Doch konnte darin nicht der Grund der verschiedenartigen Gerinnung liegen, da einerseits ein Zusatz von 5—10% Wasser zum Hühnereiweiss, diesem die Eigenschaften des Tataeiweisses nicht ertheilte (Hühnereiweiss, selbst mit dem tausendfachen Volumen Wasser verdünnt, zeigte noch eine deutliche milchige Trübung), andrerseits das Tataeiweiss, bei 40° auf die Hälfte seines Volumens verdichtet, nicht im Geringsten an seiner Durchsichtigkeit Einbusse erlitt. Bei der Prüfung und Vergleichung der Gerinnungstemperaturen ergab sich, dass im Hühnereiweiss bei 45—50° eine sich rasch steigernde Trübung beginnt, während das Tataeiweiss erst bei 95—100° gerinnt. Gaben diese Temperaturverhältnisse keinen Aufschluss über die eigentliche Ursache der verschiedenartigen Gerinnungsweise, so wurde ein solcher wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit gewonnen, als Tarchanoff den Gehalt der beiden Eiweissarten auf Alkalien und neutrale Salze prüfte. Er fasst das Ergebniss dieser Prüfung dahin zusammen, dass der ganze Unterschied zwischen dem Tataeiweiss und dem Hühnereiweiss abhängig und bedingt sei entweder durch bedeutendere Alkalescenz des ersteren, oder durch einen geringeren Salzgehalt einer der beiden Eiweissarten, oder aber zugleich durch diese beiden Eigenschaften. Behandelte er Tataeiweiss mit Salzen, so ergab sich keine undurchsichtig-weisse Gerinnung. Er zog aus allen diesen Punkten den Schluss, dass nach Zusatz von Alkalien das Hühnereiweiss sich dem Tataeiweiss ähnlich verhalten müsse, und in der That zeigte sich auch, wie er in seiner zweiten Arbeit[1]) berichtet, dass, wenn man Hühnereier eine gewisse Zeit lang in Kali- oder Natron-

1) Pflüger's Archiv Bd. XXXIX. S. 476.

lauge liegen lässt, so dass durch Diffusion die Lauge zum Eiweiss dringt, beim Sieden derselben das Eiweiss glasig, durchsichtig gerinne.

Im Besonderen[1]) verfuhr er dabei in folgender Weise: Die betreffenden Laugen waren 5—10%; die Eier wurden mit der Schale in dieselben gelegt und je 2—4 Tage oder je 5 Tage bis 2 Wochen darin belassen. Wurde dann nach Abspülung mit Wasser die Schale entfernt, so zeigte sich das Eiweiss nach ersterem Zeitraume flüssig, gelatinös, durchsichtig und scharf alkalisch; nach einer Einwirkung der Lauge von 5—14 Tagen war es schon in rohem Zustande gelatineartig, fester und durchsichtig gelblich. Nach 15 Minuten dauerndem Erhitzen gerann das Alkali-Albuminat der ersteren Art und blieb weiss, opalescirend, durchsichtig; wurde nach öfterem Kochen zwar fester, aber unter Gelbfärbung.

Diese Veränderung des Hühnereiweisses wird unzweifelhaft bedingt durch das ins Innere des Eies gedrungene Alkali; es ergibt sich dieses sowohl aus dem vermehrten Gewicht des Eies als auch aus dem veränderten quantitativen Alkaligehalt der Asche des Eiereiweisses. Trotz der Substanzverluste des Eies durch das Alkali, welche speciell die Schale desselben erleidet, erhöht sich das Gewicht des Eies bis um 2 Gramm, und während das gewöhnliche Hühnereiweiss im Trockenrückstande 0,64% Asche enthält, sind im trockenem glasartigen Hühnereiweiss 3—3,5% Asche enthalten.

Bevor ich nunmehr der Frage näher trete, wie sich das Tarchanoff'sche Alkali-Albuminat dem Lieberkühn'schen gegenüber verhalte oder ob das letztere ein aus Hühnereiweiss künstlich hergestelltes Tataeiweiss sei, will ich noch einer anderen Tarchanoff'schen Arbeit[2]) gedenken, in welcher

1) Biologisches Centralbl. Bd. VIII. S. 19: Tarchanoff und Kolessnikoff: Anwendung des Alk.-Album. d. Hühnereies als durchsichtig. Substrat f. Bakterienzchtg.

2) Pflüger's Archiv, Bd. XXXIX. S. 485: Weitere Beiträge zur Frage von den Verschiedenheiten zwischen dem Eiereiweisse der Nesthocker und Nestflüchter.

er die verschiedenartige Gerinnungsweise des Eiweisses der Nesthocker und Nestflüchter weiter erörtert. Wir haben oben schon gesehen, dass der Wassergehalt und die Vergleichung der Temperatur keinen völligen Aufschluss darüber gegeben haben. In dieser Arbeit untersuchte Tarchanoff, ob vielleicht das Lehmann'sche Eiweiss, das aus dem Eiweiss der Hühnereier durch reichlichen Wasserzusatz fällbare Albumin, welches sich in den frischen Eiern der Nesthocker nur in Spuren findet, während es in den Nestflüchtereiern ziemlich reichlich vorkommt, die Ursache sei. Nach seinen Versuchen ergab sich, dass Hühnereiweiss auch nach Fällung des Lehmann'schen Albumins undurchsichtig, marmorweiss gerinne, während das Tataeiweiss nach Fällung und Filtration keine Veränderung nach dem Erhitzen zeige. Es müssen also diese zwei Arten des Eiereiweisses ganz verschiedene Albumine enthalten. Auch bei länger andauerndem Kochen ergab sich ein bemerkenswerther Unterschied: Tataeiweiss wurde, mit grosser Menge destillirten Wassers erhitzt, gelöst und durch vorsichtiges Zusetzen 1% Essigsäure gefällt als feiner, weisser Niederschlag: es verhielt sich also ähnlich dem Lieberkühn'schen Alkali-Albuminat. Hühnereiweiss wurde fast gar nicht gelöst und gab angesäuert nur eine geringe Trübung. Bei bebrüteten Tataeiern, bei welchen je nach der Zeitdauer eine Modification des Eiweisses eintritt, dass es sich dem Aeussern nach in Nichts von der undurchsichtig weissen Gerinnung der Hühnereier unterscheidet, bildete sich auch nach Entfernung des Lehmann'schen Eiweisses eine undurchsichtig weisse Gerinnung; ein Beweis, dass von der An- oder Abwesenheit des Lehmann'schen Eiweisses die verschiedenartige Gerinnung nicht abhängt.

Ich komme nunmehr zum Vergleich des Lieberkühn'schen und des Tarchanoff'schen Alkali-Albuminates, sowie des durchsichtigen Tataalbumins von frischen Nesthockereiern.

Das Lieberkühn'sche Alkali-Albuminat entsteht durch directe Einwirkung concentrirterer Laugen auf

Hühnereiweiss; es ist, in der Kälte (bei Zimmertemperatur) entstehend, **fest**, nach dem Erhitzen **flüssig**, nach dem Erkalten wieder **fest**. Es ist farblos, durchsichtig. Es löst sich sehr leicht in kochendem Wasser und Alkohol.

Das Tarchanoff'sche Alkali-Albuminat entsteht durch allmähliches Diffundiren schwacher (5—10 %) Alkalilösungen in das Ei; die Ergebnisse sind, je nach 2—4 oder 5—14 tägiger Einwirkung, verschieden. Ersteres ist in der Kälte (15°) **flüssig**, gelatinös, durchsichtig; nach dem Erhitzen **gerinnt** es weiss, opalescirend, durchsichtig; nach längerem Erhitzen wird es zwar fester, aber unter Gelbfärbung. Das letztere Albuminat (der 5—14 tägigen Periode) ist schon in rohem Zustande von **fester**, gallertartiger Consistenz und von durchsichtig-gelblichen Aussehen. Nach dem Erhitzen war es **fest**, durchsichtig und mehr oder minder gelb gefärbt. In kochendem Wasser lösten sich die Tarchanoff'schen Albuminate nur sehr langsam, erst nach Stunden.

Was nun das Tataeiweiss und das Tarchanoff'sche Alkali-Albuminat betrifft, so zeigen diese eine Reihe von Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten: Zunächst zeigt ein nach Tarchanoff präparirtes und gekochtes Hühnerei dieselbe Durchsichtigkeit und Fluorescenz wie das Tataei. Löst man durch längeres Kochen festes glasartiges Hühnereiweiss und festes Tataeiweiss, so erhält man bei beiden durch vorsichtiges Zusetzen von 1 % Essigsäure einen copiösen, flockigen Niederschlag, analog den Alkali-Albuminaten. Im ungekochten Zustand gleichen sie sich durch folgende Reactionen: Tataeiweiss und glasartiges Hühnereiweiss reagiren stärker alkalisch als normales Hühnereiweiss; am stärksten alkalisch ist das glasartige Hühnereiweiss. — Mit Wasser stark verdünnt, zeigen beide nur Spuren vom Lehmann'schen Albumen.

Die wesentlichsten Verschiedenheiten zwischen Tataalbumin und glasartigem Hühnereiweiss sind folgende: Gekochtes Tarchanoff'sches Alkali-Albuminat ist consistenter und elastischer als gekochtes Tataalbumin und quillt in

Wasser leichter auf als dieses. Tataeiweiss quillt farblos auf, während das glasartige Hühnereiweiss sich gelb bis bernsteinfarben erweist. Im rohen Zustande modificirt sich das letztere nach wenigen Tagen dahin, dass es beim Kochen undurchsichtig weiss wird; Tataeiweiss hingegen bleibt noch nach einer Woche beim Kochen vollkommen durchsichtig. „Aus der Summe der angeführten Thatsachen," sagt Tarchanoff, „ist es klar, dass trotz der äusseren Aehnlichkeiten zwischen dem glasartigen Hühnereiweiss einerseits und dem Tataeiweiss der Nesthöckereier andrerseits, diese beiden Eiweissarten dennoch als verschieden zu betrachten sind. Die Natur des von mir künstlich dargestellten glasartigen Hühnereierweisses bleibt deshalb unerklärt und fordert zu weiteren, ausführlicheren Untersuchungen auf."

Wie Tarchanoff berichtet[1]), eignet sich sein auf diese Weise hergestelltes Albuminat auch recht gut für bakteriologische Zwecke, und hat er es in flüssigem Zustande in der Art von Bouillon, in syrupartigem Zustande in der Form von 3–10% Gelatine und in der Art von 1% Agar-Agar mehrfach zur Züchtung angewendet und erwähnt als besondere Vorzüge desselben vor anderen, gebräuchlichen Nährböden die ohne besondere Umstände erfolgende Gewinnung und einfache Sterilisirung in kochendem Wasser.

Noch eine andere, eine diätetische Bedeutung vindicirt er dieser seiner glasartigen Modification des Hühnereiweisses[2]). Nach seinen Versuchen erweist sich dieselbe hinsichtlich ihrer Verdaulichkeit dem Tataeiweisse nur wenig nachstehend, beide aber verdauen sich im künstlichen Magensaft unvergleichlich schneller, als das gekochte Eiweiss von gewöhnlichen, normalen Hühnereiern. Die nähere Prüfung dieser Frage hat sich Tarchanoff vorbehalten. Auch hat er sich sein „Verfahren zur Herstellung von transparentem alkalischem Eiweiss in Form einer festen Gallerte" patentiren lassen. D. R. P. 42462. Kl. 53.

---

1) Biol. Centr. Bl. VIII. 1. S. 19.

2) Pflüger's Archiv Bd. XXXIX. S. 476 ff.

Die diätetische Bedeutung des Tarchanoff'schen Alkali-Albuminates näher zu eruiren, lag mir bei Abfassung dieser Arbeit fern; hingegen ist der Frage nach der Verwendbarkeit als Nährboden bei den einzelnen Versuchen unter Berücksichtigung des vereinfachten Rosenthal-Schulz'schen Verfahrens Rechnung getragen worden.

Zweck der Arbeit war die Zwischenstufen zwischen dem Lieberkühn'schen und dem Tarchanoff'schen Alkali-Albuminat einer eingehenderen Betrachtung zu unterziehen und dabei zugleich die verschiedene Wirkungsweise der Alkalien, der alkalischen Erden, sowie endlich den Einfluss festzustellen, welchen eine Reihe anorganischer Salze auf die verschiedenen Modificationen des Alkali-Albuminats ausüben.

Ich gehe nunmehr zur Besprechung der Versuche selbst über.

I. Abtheilung: Natronreihen.

1. Versuchsreihe: Eiweiss und 1% Natronlauge. (Schnell auf 98° erhitzt).

34 Reagensgläser werden beschickt mit je 5 ccm klaren, durch Leinwand filtrirten Hühnereiweisses und der Reihe nach mit verschiedenen Mengen 1% NaOH (die aus alkoholgefälltem Natriumhydrat hergestellt und mit Normalschwefelsäure genau titrirt ist), welche von 0,5—9,0 ccm steigen, versetzt. Die Mischung von Eiweiss und NaOH wird in einer Reibschale vorgenommen. Die Reagensgläser werden alsdann in 95—98° heisses Wasser getaucht und kurze Zeit, 2½ Min., darin belassen. Dabei wurde Folgendes beobachtet:

1) 5 ccm Eiw. + 0,5 NaOH : gerinnt undurchsichtig, weiss.
2) „ „ „ + 0,6 „ : desgl. „ „.
3) „ „ „ + 0,7 „ : etwas weniger „.
4) „ „ „ + 0,8 „ : noch weniger „.
5) „ „ „ + 0,9 „ : schon durchscheinend.
6) „ „ „ + 1,0 „ : besser durchscheinend.

7)	5 ccm	Eiw.	+ 1,1	NaOH	Sämmtlich durchscheinend, und dies um so mehr, je mehr NaOH zugefügt war
8)	„	„	+ 1,2	„	
9)	„	„	+ 1,3	„	
10)	„	„	+ 1,4	„	
11)	„	„	+ 1,5	„	
12)	„	„	+ 1,6	„	Sich der Durchsichtigkeit nähernd.
13)	„	„	+ 1,7	„	
14)	„	„	+ 1,8	„	Fast durchsichtig, aber noch opalisirend.
15)	„	„	+ 1,9	„	
16)	„	„	+ 2,0	„	
17)	„	„	+ 2,1	„	desgl.
18)	„	„	+ 2,2	„	
19)	„	„	+ 2,4	„	Etwas weniger durchsichtig als die vorhergehenden und schwachgelb gefärbt.
20)	„	„	+ 2,5	„	
21)	„	„	+ 2,6	„	
22)	„	„	+ 2,7	„	
23)	„	„	+ 3,0	„	Gut durchscheinend und hellgelb gefärbt.
24)	„	„	+ 3,5	„	

Nach dem Zusammenrühren mit der NaOH wurde das Eiweiss stets klarer und verlor nach längerem Stehen vollständig die eingeschlossenen Luftblasen. Die beim Erhitzen auf 95—98° sich entwickelnden Bläschen verschwanden nach dem Erkalten. Der höchste Grad von Durchsichtigkeit wurde erreicht bei einem Zusatz von 1,8—2,2 ccm 1 % NaOH zu 5 ccm Eiweiss. Bei grösserem Alkalizusatz trat eine grössere Durchsichtigkeit nicht ein; dagegen färbte sich des Albuminat gelb. Sämmtliche Eiweissmischungen mit einem Zusatz von 0,5 bis 3,5 ccm 1 % NaOH waren in der Kälte (15°) gleichmässig flüssig und erreichten nach $2^1/_2$ Min. dauerndem Erhitzen auf 95—98° eine gleichmässige Consistenz. Bei etwas höherem Alkalizusatz war das geronnene Albuminat weniger fest.

Wird der Alkalizusatz über 4 ccm gesteigert, so ändert sich das Verhalten der Eiweissmischung vollkommen und zwar in der Weise, dass eine klare Gerinnung der Mischung schon nach einigem Stehen in der Kälte eintritt und dass die fest gewordene Masse beim Erwärmen sich verflüssigt.

Bisweilen erstarrt die durch Erhitzen verflüssigte Eiweissgallerte von Neuem beim Erkalten, doch scheint sie diese Eigenschaft nach längerem oder mehrmaligem Erhitzen zu verlieren. Es wurde versucht, den Grenzwerth des Alkali, welches eben genügt um eine Gerinnung des Eiweisses in der Kälte zu bewirken, festzustellen. Die darauf abzielenden Experimente ergaben im Einzelnen Folgendes:

25) 5 ccm E. + 4,0 NaOH: In der Kälte vollkommen flüssig. Nach Erhitzen unter Gelbfärbung fest werdend und bleibend. Nach dem Erkalten fest und ganz klar, durchsichtig und schwach gelb. Nach zweimaligem Erhitzen in der Wärme noch eben fest; in der Kälte desgleichen. (Bei einem Versuche wurde das Eiweiss beim 2. Erhitzen flüssig und blieb flüssig. Nach 3maligem Erhitzen darin keine Aenderung. Ein zweiter Versuch ergab ein anderes Resultat: das Eiweiss erweichte nach mehrmaligem Erhitzen und wurde beim Erkalten wieder fest).

26) 5 ccm E. + 4,25 NaOH: In der Kälte wie 25. Nach dem Erhitzen wird es halbflüssig, halbfest unter Gelbfärbung. Nach dem Erkalten fest. Zum 2. Male erhitzt, in der Wärme erweichend, nach dem Erkalten fest.

27) 5 ccm E. + 4,3 NaOH: In der Kälte nach längerem Stehen vollkommen flüssig. In der Hitze dünngallertig flüssig. Gelbfärbung. Nach dem Erkalten fest werdend.

28) 5 ccm E. + 4,4 NaOH: In der Kälte und nach dem Erhitzen wie 27. Gelbfärbung. Nach dem Erkalten fest werdend.

29) 5 ccm E. + 4,5 NaOH: In der Kälte wenig bewegliche Gallerte. Beim Erhitzen flüssig unter Gelbfärbung. Nach dem Erkalten fest. Nach zweimaligem Erhitzen flüssig.

30) 5 ccm E. + 5,0 NaOH: In der Kälte klare, nahezu feste Gallerte. Beim Erhitzen flüssig, unter Gelbfärbung. Beim Erkalten fest werdend. Nach wiederholtem Erhitzen flüssig bleibend unter Bildung eines wolkigen Niederschlages.

31) 5 ccm E. + 5,5 NaOH: In der Kälte wie 30. Nach dem Erhitzen flüssig unter starker Gelbfärbung. Nach dem Erkalten flüssig bleibend, bernsteingelbklar, unter Bildung eines geringen, wolkigen Niederschlages, der sich am Boden absetzt.

32. 5 ccm E. + 6,0 NaOH: In der Kälte schwer flüssig; sonst wie 31.

33) 5 ccm E. + 7,5 NaOH: In der Kälte leichter flüssig. Sonst wie 31.

34) 5 ccm E. + 9,0 NaOH: In der Kälte leicht flüssig. Sonst wie 31.

Die Eiweissgerinnung war bei einem Zusatz von 0,5—1,6 ccm 1% NaOH zu 5 ccm Eiweiss undurchsichtig-weiss bis milchig-trübe. Bei grösserem Alkalizusatz wurde die Gerinnung transparent. Gut durchscheinend ist dieselbe bei einem Zusatze von 1,8—2,2 ccm. Bei noch stärkerem Zusatz wird sie allmählich nahezu durchsichtig, zugleich aber schwach gelb gefärbt. Eine Gerinnung in der Kälte beginnt einzutreten bei einem Zusatz von 4,2—4,4 ccm 1% NaOH. Bei 4,5—5,0 ccm NaOH tritt diese Gerinnung sehr bald ein. Bei grösserem Alkalizusatz etwas später, bis bei 9 ccm NaOH die Mischung in der Kälte vollkommen flüssig bleibt. Lässt man die Mischungen mit höherem Alkaligehalt (6—8 ccm) stundenlang stehen, so werden sie gleichfalls fester, d. h. erscheinen als Lieberkühn'sche Albuminate.

Die Grenzwerthe sind demnach:

I. 0,5—ca. 1,7 ccm NaOH: Weisse Gerinnung.
II. 1,8—2,0 ccm NaOH: Uebergang zum Tarchanoff-schen Albuminat.
III. 2,2—4,2 ccm NaOH: Tarchanoffsches Albuminat.
IV. 4,2—4,4 ccm NaOH: Uebergang.
V. 4,5—7,8 ccm NaOH: Lieberkühn'sches Alkalialbuminat.

2. Versuchsreihe: Eiweiss und 1% Natronlauge und Wasser. (Schnell erhitzt).

Um für die folgenden Versuche ein leichtflüssiges und gut abmessbares Eiweiss zu gewinnen, wurde eine grössere Menge filtrirten Hühnereiweisses in der Reibschale mit $^1/_5$ ihres Volumens 1% Natronlauge gut durchgerührt (25 ccm Eiweiss zu 5,0 1% NaOH) und diese Mischung in eine in $^1/_{10}$ ccm getheilte Burette gefüllt. Zu je 6 ccm dieser alkalischen Eiweisslösung, die immer vollkommen klar und

leichtflüssig war, wurden der Reihe nach 0,6, 0,8, 0,9, 1,0, 1,2, 1,4, 1,6, 1,8, 2,0, 3,0 und 3,5 ccm. 1% NaOH und so viel destillirtes Wasser hinzugefügt, dass stets 10 ccm erhalten wurden. Eiweiss, Natronlauge und Wasser wurden stets in der Reibschale innig gemischt. Die in Reagensgläser gefüllten Mischungen wurden $2^1/_2$ Minuten in siedendes Wasser gestellt. Die einzelnen Versuche ergaben Folgendes:

1) 5 ccm. E., 1,6 NaOH, 3,4 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen dickgallertig flüssig und nahezu durchsichtig.

2) 5 E., 1,8 NaOH, 3,2 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen noch schwerer flüssig als 1 und nahezu durchsichtig.

3) 5 E., 1,9 NaOH, 3,1 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen nahezu fest, gut durchscheinend, opalisirend.

4) 5 E., 2,0 NaOH, 3,0 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen fest, durchscheinend, opalisirend.

5) 5 E., 2,2 NaOH, 2,8 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen fest, besser durchscheinend.

6) 5 E., 2,4 NaOH, 2,6 H_2O: Wie 5.

7) 5 E., 2,6 NaOH, 2,4 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen fest, schwach gelblich gefärbt.

8) 5 E., 2,8 NaOH, 2,2 H_2O: Wie 7.

9) 5 E., 3,0 NaOH, 2,0 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen fest; fast durchsichtig. Gelb gefärbt. Für bakteriologische Zwecke gut verwendbar. Consistenz und Durchsichtigkeit genügen durchaus.

10) 5,0 E., 4,0 NaOH. 1,0 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen fest; nahezu durchsichtig. Gelbfärbung.

11) 5,0 E., 4,5 NaOH, 0,5 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen flüssig. Nach dem Erkalten desgleichen. Durchsichtig. Gelb gefärbt.

Mit Ausnahme der 11ten Mischung verändern sich die Gerinnungen beim Erkalten und bei nochmaligem Erhitzen nicht.

12) Zusatz: 5 ccm. E. und 5,5 1% NaOH und 1,5 H_2O, das Eiweiss also auf 12 ccm aufgefüllt, ergab dasselbe Resultat wie Versuch 11., d. h. blieb in der Kälte flüssig und nach dem Erhitzen flüssig; ebenso beim Erkalten, unter

Bildung eines wolkigen Niederschlages. Obwohl nach der ersten Versuchsreihe bei diesem Versuche die Natronlaugemenge hätte genügen müssen, um das Festwerden des Eiweisses in der Kälte und nach dem Erhitzen beim Erkalten zu bewirken, so war doch der Zusatz von 1,5 H_2O hinreichend, um die Mischung dauernd flüssig zu halten.

Der Einfluss des Wassers zeigte sich in gleicher Weise wirksam bei Anwendung einer $^1/_2$ % Natronlauge: 13) und 14): je 5 ccm Eiweiss mit 9,0 ccm, bezw. 10,0 ccm $^1/_2$ % NaOH versetzt, blieben in der Kälte und nach dem Erhitzen gleichmässig flüssig.

3. Versuchsreihe: Anwendung von 3 % Natronlauge.

Um zur Beurtheilung des Einflusses des Wassers bei der durch Alkali hervorzurufenden Eiweissgerinnung weitere Anhaltspunkte zu gewinnen, wurde eine neue Reihe von Versuchen mit einer 3prozentigen Natronlauge angestellt.

Der Alkalizusatz wurde so gewählt, dass die zugefügte Menge von festem Natronhydrat gleich war derjenigen, welche bei einzelnen Versuchen der früheren Reihen charakteristische Erscheinungen hervorgerufen hatte.

1) 5 E. und 0,5 ccm 3 % NaOH:
2) 5 E. „ 0,6 „ „ „
3) 5 E. „ 0,7 „ „ „

} In der Kälte vollkommen leichtflüssig. Nach dem Erhitzen vollkommen fest. Nach dem Erkalten milchig trüb, schwach durchscheinend.

4) 5 E. und 0,8 3 % NaOH:
5) 5 E. und 1,0 „ „

} In der Kälte vollkommen leichtflüssig. Nach dem Erhitzen vollkommen fest. Nach dem Erkalten ebenfalls schwach durchscheinend und schwach gelb gefärbt.

6) 5 E. und 1,1 ccm 3 % NaOH: In der Kälte vollkommen flüssig. Nach längerem Stehen dickgallertig, glasigklar. Nach dem Erhitzen fest, nahezu durchsichtig, unter Gelbfärbung. Nach nochmaligem Erhitzen unter sichtlicher Schrumpfung kompakter werdend, unter stärkerer Gelbfärbung: bernsteinfarben; vollständig durchsichtig.

7) 5 E. und 1,2 ccm 3 % NaOH: In der Kälte klarflüssig; nach und nach dickflüssig werdend; schliesslich fest und vollkommen durchsichtig. Nach dem Erhitzen vollkommen fest und durchscheinend; schwachgelb; schwach opalisirend. Nach nochmaligem Erhitzen zeigte es sich analog 6.

8) 5 E. und 1,4 ccm NaOH:
9) 5 E. „ 1,5 „ „ } Durchweg dasselbe Verhalten wie bei 6 und 7.

10) 5 E. und 2,0 ccm NaOH: In der Kälte flüssig, nach 2—3 Min. glasig-klar erstarrend. Beim Erhitzen unter Gelbfärbung flüssig. Nach dem Erkalten dickflüssig, klar.

11) 5 E. und 3,0 ccm NaOH: In der Kälte schon in der Reibschale schön klar erstarrend; konnte kaum noch ins Reagensglas gegossen werden. Nach dem Erhitzen u. s. w. cf. 13.

12) 5 E. und 4 ccm NaOH: Durfte nicht lang gerührt werden, sonst in der Reibschale erstarrend. Im Reagensglas sofort vollkommen fest, glasig, durchsichtig. cf. 13.

13) 5 E. und 5 ccm NaOH: Aus der Schale ohne Gerinnung ausfliessend. Im Reagensglas nach einer Minute fest werdend; doch nicht ganz so fest wie bei Versuch 11 und 12; vollkommen durchsichtig.

Nach dem Erhitzen wurden 11, 12 und 13 unter Gelbfärbung vollkommen klar flüssig und blieben nach dem Erkalten flüssig.

14) 5 E. und 6,0 ccm NaOH: In der Kälte flüssig; erstarrt nach ein paar Minuten dickgallertig. Nach dem Erhitzen unter stärkerer Gelbfärbung flüssig; nach dem Erkalten flüssig bleibend.

15) 5 E. und 7,0 ccm. NaOH: In der Kälte klar-flüssig; nach 15 Minuten ein wenig dickflüssiger. Nach dem Erhitzen und nach dem Erkalten flüssig.

16) 5 E. und 8,0 ccm NaOH:
17) 5 E. und 10,0 „ „ } In der Kälte flüssig bleibend.

Das Resultat dieser Versuchsreihe ist demnach folgendes: Die Mischungen von 5 ccm Eiweiss mit 0,5—1,0 ccm 3 % Natronlauge waren in der Kälte vollkommen flüssig. Bei 1,1 ccm Laugenzusatz wurde nach längerem Stehen die

Masse dickgallertig. 1,2—1,5 ccm bewirkten nach längerem Stehen Festwerden. Bei 2,0—5,0 ccm trat sehr bald Erstarrung ein, während ein höherer Natronzusatz, wahrscheinlich in Folge des vermehrten Wassergehalts der Mischung, dieselbe immer leichtflüssiger machte. Bei 1,1 ccm scheint also der Grenzwerth zu sein, bei welchem die Mischung in der Kälte nicht mehr flüssig bleibt und bei 6,5 ccm der Grenzwerth, bei welchem die Mischung in der Kälte wieder flüssig zu werden beginnt. Nach dem Erhitzen wurde bei den Versuchen 1—9 die Mischung vollkommen fest; dabei trat von 0,8 ccm NaOH-Zusatz an Gelbfärbung auf, welche immer intensiver wurde: bei 1,1 ccm. schön bernsteinfarben. Bei 0,5 war die feste Masse milchig trübe, wurde dann bei erhöhterem Natronzusatz immer mehr durchscheinend, bis sie bei 1,1 vollkommen durchsichtig wurde. Bei 2,0 Natronzusatz anfangend, wurde die Masse beim Erhitzen klarflüssig unter Gelbfärbung. Nach dem Erkalten wurde bei 2,0 Natronzusatz die beim Erhitzen flüssig gewordene Masse wieder etwas dickflüssiger, erstarrte aber nicht mehr: Grenze für das Flüssigbleiben nach dem Erhitzen. — Analog der ersten Reihe wurden die Reagensgläser 6 und 7, mit 1,1 und 1,2 ccm. NaOH nochmals erhitzt, um zu sehen, ob ihr Verhalten sich dabei ändern würde: Sie blieben fest und wurden unter Schrumpfung kompakter.

4. Versuchreihe: Eiweiss und 1% Natronlauge. (Langsame Erhitzung von 60°—95°.)

Die Versuche dieser Reihe entsprechen denen der ersten Reihe, mit der Modifikation, dass langsam erhitzt wurde, d. h. die Reagensgläser wurden für etwa 5 Minuten in 60—65° warmes Wasser gelegt und dann langsam bis 95—98° erhitzt. Gesammtdauer der Ehitzung betrug eine halbe Stunde.

1) 5 ccm E. und 1,6 ccm NaOH:
2) 5 „ E. „ 1,8 „ NaOH:
3) 5 „ E. „ 2,0 „ NaOH:

} 5 Min. auf 60° erhitzt: flüssig; langsam höher erhitzt, immer dickflüssiger werdend, bei 95° fest. Nach halbstündigem Erhitzen

bernsteingelb geworden und nahezu durchsichtig, während die gleichen Mischungen beim schnellen Erhitzen (cf. 1. Reihe) nur opalisirend, durchscheinend geworden waren.

4) 5 ccm E. und 2,2 ccm NaOH: } Vollkommen fest; etwas
5) 5 „ E. „ 3,0 „ NaOH: } gelb gefärbt; nach längerem Erhitzen etwas zusammenschrumpfend; 2,2 gut durchscheinend. 3,0 durchsichtig. (Grenzwerth also 3,0; in der ersten Reihe war es 4,5).

6) 5 ccm E. und 4,0 ccm NaOH: } Nach längerem Erhitzen
7) 5 „ E. „ 4,2 „ NaOH: } vollkommen flüssig;
8) 5 „ E. „ 4,5 „ NaOH: } bernsteingelb. Bildung eines geringen, flockigen Niederschlages.

Die Versuche der ersten Reihe hatten für 1—8 ergeben: In der Kälte flüssig; beim schnellen Erhitzen auf 98° sämmtlich fest. Die Wirkung des langsamen Erhitzens ist hingegen nach vorstehenden Versuchen folgende: Bei geringem Natronzusatz (1,6) tritt das Durchscheinen und die Durchsichtigkeit früher ein als bei raschem Erhitzen. Dagegen färben sich die Gerinnungen fast alle mehr oder minder gelb und ferner schrumpfen die fest werdenden Mischungen etwas zusammen und endlich bleibt die Eiweissmischung schon bei einem Zusatz von etwas über 3,0 ccm. NaOH flüssig, während bei raschem Erhitzen diese Erscheinung erst nach Zusatz von 4,5 ccm. eintrat.

5. Versuchsreihe: (a.) Eiweiss und 1 % Natronlauge und Wasser. (Langsam erhitzt.)

5 ccm. Eiweis mit Zusatz von 1,6–4,5 ccm 1 % NaOH und der entsprechenden Menge Wassers, dass stets die Mischung 10 ccm betrug, wurden langsam von 60° auf 98° erhitzt. Dauer der Erhitzung: 20. Min. Dabei ergab sich Folgendes:

1) 5 ccm E. u. 1,6 c. NaOH u. 3,4 c. H_2O: } Beim Erhitzen dünnflüssig; nach dem Erkalten desgl.; schwachgelb; 2,5 schon merklich gelb gefärbt,
2) 5 „ E. u. 1,8 c. NaOH u. 3,2 c. H_2O: }
3) 5 „ E. u. 2,0 c. NaOH u. 3,0 c. H_2O: }
4) 5 „ E. u. 2,5 c. NaOH u. 2,5 c. H_2O: }

5) 5 c. E. und 3,0 c. NaOH und 2,0 c. H_2O: } Nach dem
6) 5 c. E. und 3,5 c. NaOH und 1,5 c. H_2O: } Erhitzen
dickflüssig gallertig. Bernsteingelb. Nach dem Erkalten etwas konsistenter.

7) 5 c. E. und 4,0 c. NaOH und 1,0 c. H_2O: Nach dem Erhitzen flüssig. Bernsteingelb. Nach dem Erkalten dickflüssig.

8) 5 c. E. und 4,5 c. NaOH und 0,5 H_2O: Nach dem Erhitzen wie 7. Nach dem Erkalten aber leichtflüssig.

Das verwendete Eiweiss war 8 Tage zuvor hergestellt und mit $^1/_5$ seines Volumens 1% NaOH versetzt. Dasselbe war nach achttägigem Stehen vollständig wasserklar und sehr leichtflüssig (ob unverändert?), wie man denn überhaupt immer beobachtet, dass Eiweiss nach Alkalizusatz und längerem Stehen vollständig sich klärt, den Charakter einer syrupösen Flüssigkeit verliert und mehr wässerig-flüssig wird. Bleibt alkalisch gemachtes Eiweiss in lose verstopften Gläsern längere Zeit sich selbst überlassen, so geht es selten in stinkende Fäulniss über, beginnt aber allmählich zu schimmeln, überzieht sich mit einer Decke von Schimmelpilzen (Penicillium glaucum).

5. Versuchsreihe: (b): Eiweiss und 1% Natronlauge und Wasser. (Langsam erhitzt).

Zum Vergleiche mit den Versuchen der vorigen Reihe wurden dieselben Eiweissmischungen aus frischem Eiweiss hergestellt und langsam erhitzt. Dabei zeigte sich Folgendes:
1) 5 c. E. und 1,6 c. NaOH und 3,4 c. H_2O: } Nach dem
2) 5 c. E. und 1,8 c. NaOH und 3,2 c. H_2O: } Erhitzen
schwach gelb gefärbt, flüssig, durchsichtig. Nach dem Erkalten zähflüssig.

3) 5 c. E. und 2,0 c. NaOH und 3,0 c. H_2O: Nach dem Erhitzen Gelbfärbung, dickflüssig, durchsichtig. Nach dem Erkalten bewegliche Gallerte.

4) 5 c. E. und 2,5 c. NaOH und 2,5 c. H_2O: Nach dem Erhitzen Gelbfärbung intensiver; dickflüssig; fast durchsichtig. Nach dem Erkalten ebenfalls bewegliche Gallerte.

5) 5 c. E. und 3,0 c. NaOH und 2,0 c. H_2O: Nach dem Erhitzen stärker gelb gefärbt; fest; durchscheinend. Nach dem Erkalten fest.

6) 5 c. E. und 3,5 c. NaOH und 1,5 c. H_2O: Nach dem Erhitzen bernsteingelb, dickflüssig (in der zweiten Reihe fest). Nach dem Erkalten bewegliche Gallerte.

7) 5 c. E. und 4,0 c. NaOH und 1,0 c. H_2O: Nach dem Erhitzen bernsteingelb, flüssig. Nach dem Erkalten dickflüssige Gallerte.

8) 5 c. E. und 4,5 c. NaOH und 0,5 c. H_2O: Nach dem Erhitzen gleichfalls bernsteingelb flüssig und auch nach dem Erkalten flüssig.

Dauer der langsamen Erhitzung: 20 Min.

Auch bei Versuch 6 (3,5 c. NaOH und 1,5 c. H_2O) zeigte sich, was schon früher beobachtet wurde, dass beim langsamen Erhitzen die Verflüssigung in der Wärme schon bei einem Zusatz von 3,5 ccm. 1 % Natronlauge eintritt, während beim raschen Erhitzen dieser Punkt erst bei einem Zusatz von etwa 4,2—4,4 ccm. erreicht wird.

II. Abtheilung: Kalireihen.

1. Versuchsreihe: Eiweiss und 1 % Kalilauge. (Schnell auf 98° erhitzt).

Analog den Natronreihen wurde in den nun folgenden die Wirkung der Kalilauge behandelnden Versuchsreihen eine 1 %ige KOH angewendet. Im Einzelnen wurde dabei Folgendes beobachtet:

1) 5,0 ccm E. + 1,0 KOH: Nach dem Erhitzen milchigtrübe, fest.

2) 5,0 c. E. + 1,5 KOH: Schon durchscheinend. Fest.

3) 5,0 c. E. + 1,8 KOH: Besser durchscheinend; fest.

4) 5,0 c. E. + 2,0 KOH: Gut durchscheinend, nur im auffallenden Licht noch schwach opalisirend; fest.

5) 5,0 c. E. + 2,4 KOH: Desgl.

6) 5,0 c. E. + 2,6 KOH: Desgl.; doch bereits schon schwach gelb gefärbt; fest.

7) 5,0 c. E. + 2,8 KOH: Nahezu durchsichtig; im auffallenden Licht noch etwas opalisirend, schwach gelb gefärbt; fest.

8) 5,0 c. E. + 3,0 KOH:
9) 5,0 c. E. + 3,4 KOH:
10) 5,0 c. E. + 3,6 KOH:
} Fest. Schwach gelb gefärbt und sämmtlich durchsichtig, dabei aber noch in geringem Grade opalisirend.

11) 5,0 c. E. + 4,0 KOH: Halbfeste Gallerte, beim Erkalten fester werdend. Sonst wie 8—10.

12) 5,0 c. E. + 4,5 KOH: Durchsichtige, halbfeste Gallerte. Stärkere Gelbfärbung.

13) 5,0 c. E. + 5,0 KOH: Noch weniger fest als 12. Nach dem Erkalten etwas fester werdend.

14) 5,0 c. E. + 5,1 KOH: Nach dem Erhitzen flüssig. Nach dem Erkalten noch fest. (Grenze! 5,2 schon weich).

15) 5,0 c. E. + 5,25 KOH: Nach dem Erhitzen flüssig; nach dem Erkalten dickflüssig.

Von 13—15 wird die Gelbfärbung immer intensiver, bis bernsteinfarben.

16) 5,0 c. E. + 5,5 KOH: Nach dem Erhitzen flüssig; Nach dem Erkalten flüssig; bernsteinfarben.

17) 5,0 c. E. + 6,0 KOH: Dünnflüssig, wie 16.

18) 5,0 c. E. + 6,5 KOH: Desgl.

19) 5,0 c. E. + 7,0 KOH: In der Kälte war die Flüssigkeit ebenfalls wasserklar, aber von einer dicksyrupösen Konsistenz. Nach dem Erhitzen dünnflüssig. Nach dem Erkalten desgleichen.

20) 5,0 c. E. + 8,0 KOH: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen dünnflüssig; nach dem Erkalten desgl.

Resultate der ersten Kalireihe: Bei Zusatz von 1 ccm 1 % KOH gerinnen 5 ccm. Eiweiss noch undurchsichtig weiss. Bei 1,5 ccm. KOH beginnt die Gerinnung durchscheinend zu werden. Der Grad des Durchscheinens steigert sich gleichmässig, während zugleich das Opalisiren abnimmt und etwas Gelbfärbung eintritt, bis bei etwa 3,6 ccm. KOH die Gerinnung durchsichtig wird. Für bakteriologische Arbeiten würden Mischungen mit 2,4—3,6 ccm KOH recht

wohl brauchbar sein. Bei grösserem KOH-Zusatz, 4,0—5,5 ccm, wird die Gerinnung glasklar, färbt sich aber zugleich bernsteingelb. Wendet man mehr als 5,5 ccm KOH an, so wird die Mischung beim Erhitzen nicht mehr fest.

Während, wie ich bei der ersten Versuchsreihe fand, mittels 1% NaOH ein Festwerden der Eiweissmischung auch in der Kälte zu erreichen ist, gelingt dies mit 1% KOH nicht. Höchstens erhält man bei einem Zusatze von 7,0 ccm. 1% KOH zu 5 ccm Eiweiss ein Albuminat von syrupöser Konsistenz.

2. Versuchsreihe: Eiweiss und 1% Kalilauge und Wasser.
(Schnell erhitzt).

1) 5 ccm E., 1,6 KOH und 3,4 H_2O: Nach dem Erhitzen klar leichtflüssig. Nach dem Erkalten flüssig, vollkommen durchsichtig. Nach mehrtägigem Stehen nicht mehr flüssig, sondern eine leicht bewegliche Gallerte bildend.

2) 5 ccm E. und 2,0 KOH und 3,0 H_2O: Nach dem Erhitzen durchsichtig. Etwas dickflüssiger. Nach dem Erkalten dickflüssig-gallertig. Durchsichtig, schwach opalisirend. Nach mehrtägigem Stehen bewegliche Gallerte.

3) 5 ccm E. und 2,2 KOH und 2,8 H_2O: Nach dem Erhitzen dickflüssig. Noch bewegliche, zum Theil noch fliessende Gallerte. Optisches Verhalten wie bei 2.

4) 5 ccm E. und 2,5 KOH und 2,5 H_2O: Nach dem Erhitzen feste Gallerte. Durchscheinend-durchsichtig. Schwach gelb gefärbt. Nach dem Erkalten fest; gut durchscheinend.

5) 5 ccm E. und 3,0 KOH und 2,0 H_2O: Nach dem Erhitsen fest; schwach gelb gefärbt. Nach dem Erkalten fest, gut durchscheinend; etwas gelber gefärbt.

6) 5 ccm E. und 3,5 KOH und 1,5 H_2O: Nach dem Erhitzen zähflüssige Gallerte; durchscheinend-durchsichtig; gelb gefärbt. Nach dem Erkalten fest; gut durchscheinend; noch stärkere Gelbfärbung.

7) 5 ccm E. und 4,0 KOH und 1,0 H_2O: Nach dem Erhitzen dickflüssig; gut durchscheinend; gelb gefärbt. Nach

dem Erkalten zwar noch fest, doch nicht in dem Grade, wie die vorhergehenden; durchsichtig; gelb.

8) 5 ccm. E. und 4,5 KOH und 0,5 H_2O: Nach dem Erhitzen schwerflüssig; durchsichtig; Gelbfärbung. Nach dem Erkalten vollkommen fest; vollkommen durchsichtig (von allen das klarste); gelb. Dieses Präparat gleicht vollkommen Nr. I. 13 (5,0 KOH ohne Wasser).

Resultate der zweiten Kalireihe: Das Auffallende an an dieser Versuchsreihe ist, dass diejenigen Mischungen, welche 1,4—2,5 ccm. 1% KOH enthalten, durch den Zusatz von 3,6— 2,5 ccm. Wasser nach der Gerinnung mehr oder minder weich blieben. Ein ähnliches Verhalten wurde bei den Versuchen mit Natronlauge nicht beobachtet.

Ein allgemeiner Unterschied in der Wirkung der Natron- und Kalilauge ist ferner der, dass die bei Anwendung von Kalilauge gewonnenen Eiweissgerinnungen an Durchsichtigkeit die durch Natronlauge zu erzielenden übertreffen.

3. Versuchsreihe: Eiweiss und 2% KOH. (Schnell erhitzt).

Analog der dritten Natronreihe wurde auch hier eine stärkere, und zwar eine zweiprozentige Kalilauge angewendet.

1) 5 c. E. und 0,5 2% KOH: Nach dem Erhitzen undurchsichtig weiss.

2) 5 c. E. und 0,8 KOH: Nach dem Erhitzen etwas durchscheinend.

3) 5 c. E. und 1,0 KOH: Nach dem Erhitzen noch mehr durchscheinend.

4) 5 c. E. und 1,1 KOH: Nach dem Erhitzen besser durchscheinend.

5) 5 c. E. und 1,3 KOH: Nach dem Erhitzen desgl.; schwach gelb.

6) 5 c. E. und 2,0 KOH: Gut durchscheinend. Gelb. 1 bis 6 waren in der Kälte sämmtlich wasserklar und flüssig. Durch das schnelle Erhitzen wurden sie fest und blieben dies auch nach dem Wiedererkalten.

7) 5 ccm. E. und 2,5 KOH: In der Kälte nach längerem Stehen wenig bewegliche Gallerte; vollkommen

durchsichtig. Nach dem Erhitzen durchsichtig; fest; schwachgelb.

8) 5 ccm. E. und 3,0 KOH: In der Kälte nach längerem Stehen (2 Std.) weiche Gallerte. Nach dem Erhitzen durchsichtig; fest; gelb gefärbt.

9) 5 ccm. E. und 4,0 KOH: In der Kälte nach 2—3 Min. glasig-klar erstarrend.

10) 5 ccm. E. und 4,5 KOH: In der Kälte nach wenigen Minuten fest; durchsichtig.

11) 5 c. E. und 5,5 KOH:
12) 5 c. E. und 6,0 KOH: } Desgl.

9 bis 12 nach dem Erhitzen sämmtlich flüssig. Bernsteingelb. Nach dem Wiedererkalten ebenfalls.

13) 5 ccm. E. und 6,5 KOH:
14) 5 ccm. E. und 7,0 KOH:
15) 5 ccm. E. und 8,0 KOH: } Auch nach längerem Stehen (1 Tag) in der Kälte vollkommen flüssig. Nach dem Erhitzen klar-flüssig; bernsteingelb. Nach dem Erkalten desgleichen, unter Bildung eines geringen wolkigen Niederschlages.

Resultate der dritten Kalireihe: In der Kälte sind die Mischungen sämmtlich wasserklar und flüssig. Bei Zusatz von 2,2—2,5 ccm 2 % Kalilauge fangen sie nach längerem Stehen schon in der Kälte an, schwer flüssig zu werden, sich zu verdicken. Bei 3,0 Zusatz gesteht die Mischung nach 2 Std. zu einer weichen Gallerte. 4,0—6,0 ccm 2 % KOH bewirken schon nach 2—3 Minuten glasig-klare Erstarrung, während 6,5 ccm und mehr die Mischung wieder vollkommen flüssig lassen. Nach dem Erhitzen gerinnt das Eiweiss bei einem Zusatz von 0,5 ccm KOH undurchsichtig weiss. Bei grösserem Kalizusatz, bis 2,0, werden die Gerinnungen mehr und mehr durchscheinend; doch sind dieselben im Einzelnen nicht so durchscheinend wie die entsprechenden Mischungen der ersten Kalireihe, welchen dieselbe Menge KOH in 1 % Lösung hinzugefügt worden war. Es trat auch bei dieser Versuchsreihe der Einfluss des Wassers auf die Durchsichtigkeit des Albuminats klar zu Tage.

4. Versuchsreihe: Eiweiss und 1 % Kalilauge. (Langsam erhitzt.)

Wie bei der entsprechenden Natronreihe wurde auch hier langsam von 60° auf 98° erhitzt. Dauer des Erhitzens 20 Minuten.

1) 5 ccm E. und 2,6 1 % KOH: Nach dem Erhitzen durchscheinend; feste Gallerte; Gelbfärbung.

2) 5 c. E. und 2,8 KOH: Nach dem Erhitzen nahezu durchsichtig; feste Gallerte; Gelbfärbung.

3) 5 c. E. und 3,0 KOH:
4) 5 c. E. und 4,0 KOH:
5) 5 c. E. und 4,5 KOH:
} Durchsichtig. Fest. Bersteinfarben.

Bei 4,6 ccm KOH-Zusatz fängt die Mischung beim Erhitzen an zu erweichen, während beim schnellen Erhitzen dieser Punkt um 1,0 ccm höher liegt.

6) 5 ccm E. und 5,0 KOH: Nach dem Erhitzen flüssig; durchsichtig; bernsteingelb, unter Bildung eines leichten, wolkigen Niederschlages.

Die Wirkung des langsamen Erhitzens zeigte sich auch hier daran, dass die Gerinnungen sämmtlich bernsteingelb gefärbt sind und zugleich durchsichtiger werden, und ferner daran, dass eine Verflüssigung bereits bei 4,6—5,0 ccm KOH-Zusatz eintritt.

5. Versuchsreihe: Eiweiss und 1 % Kalilauge und Wasser. (Langsam erhitzt.)

1) 5,0 c. E. und 1,6 1 % KOH und 3,4 H_2O: Nach dem Erhitzen wasserklar, durchsichtig; flüssig.

2) 5,0 c. E. und 2,0 KOH und 3,0 H_2O: Fast durchsichtig; flüssig.

3) 5 c. E. und 2,5 KOH und 2,5 H_2O: Schwach gelblich; fast durchsichtig; dickflüssig.

4) 5 c. E. und 3,0 KOH und 2,0 H_2O: Wie 3.

5) 5 c. E. und 4,0 KOH und 1,0 H_2O: Nach dem Erhitzen gelb gefärbt; durchscheinend; nahezu fest.

6) 5 c. E. und 4,5 KOH und 0,5 H_2O: Nach dem

Erhitzen intensivere Gelbfärbung; durchsichtig und halbfest. — Dauer des Erhitzens 20 Minuten.

Auch hier zeigt sich wieder, wie schon bei den entsprechenden Versuchen mit Natronlauge (Reihe 5 b.), die auffallende Erscheinung, dass bei langsamem Erhitzen schon eine sehr geringe Kalimenge (1,6—3,0 ccm 1 % KOH) hinreichend ist, um beim Erhitzen ein flüssiges Albuminat zu bilden.

Bei den bisher besprochenen Versuchen habe ich, wie des Oefteren hervorgehoben wurde, mehrfach die Beobachtung gemacht, dass die Durchsichtigkeit des geronnenen Eiweisses wesentlich von der verwendeten Wassermenge abhängt. Um über diesen Einfluss eine bestimmtere Vorstellung zu gewinnen, habe ich einige Versuche angestellt, in denen ich über die bisher inne gehaltenen Mischungsverhältnisse hinausgegangen bin:

1) 5 ccm. E. + 2,0 KOH 1 % + 5,0 H_2O: In der Kälte flüssig. Nach dem Erhitzen flüssig, vollkommen wasserklar und durchsichtig. Nach längerem Stehen etwas opalisirend.

2) 5 ccm. E. + 3,0 KOH 1 % + 4,0 H_2O: flüssig. Nach dem Erhitzen dickflüssig. Nach dem Erkalten zähgallertig, schwachgelb, durchsichtig, etwas opalisirend.

3) 5 ccm. E. + 4,0 KOH 1 % + 3,0 H_2O: Desgleichen. Nach dem Erhitzen dickflüssig. Nach dem Erkalten wenig bewegliche Gallerte, schwachgelb, durchsichtig, etwas opalisirend.

4) 5 ccm. E. + 5,0 KOH 1 % + 2,0 H_2O:
(= 5 ccm. E. + 2,5 KOH 2 % + 4,5 H_2O): desgl.
Nach dem Erhitzen flüssig. Nach dem Erkalten wieder etwas dickflüssiger. Gelbfärbung. Durchsichtig.

Es ist nicht zweckmässig, aus 5 ccm Eiweiss mehr als 10 ccm. Alkalilösung und Wasser herzustellen, weil bei grösserer Verdünnung die Mischungen nicht mehr feste Gerinnungen liefern. Wenn man z. B. zu 5 ccm. Eiweiss der Reihe nach 2,0 ccm 1 % KOH und 5,0 H_2O, 3,0 ccm KOH und 4,0 H_2O, 4,0 ccm KOH und 3,0 H_2O und 5,0 ccm

KOH und 2,0 ccm H_2O hinzufügt, so bleiben die Mischungen nach dem Erwärmen flüssig.

Es ist nicht gesagt, dass ein Zusatz von 5 ccm Alkalilösung und Wasser zu 5 ccm Eiweiss den äussersten Grad der Verdünnung bezeichnen soll; jedenfalls darf man aber in den meisten Fällen nur wenig über diese Grenzen hinausgehen.

5) 4,0 ccm E. + 8,0 H_2O + 1,0 KOH 1 %: Nach dem Erhitzen vollkommen klar. Nach dem Erkalten desgleichen, etwas opalisirend.

6) 4,0 ccm E. + 8,0 H_2O + 0,5 KOH 1 %: Nach dem Erhitzen vollkommen klar, etwas opalisirend. Nach dem Erkalten desgleichen.

7) 4,0 ccm E. + 8,0 H_2O + 0,3 KOH 1 %: In der Kälte ziemlich klar. Nach dem Erhitzen zum Theil schon geronnen. Grenze.

Für die Durchsichtigkeit der Alkali-Albuminate ist der Wasserzusatz von wesentlicher Bedeutung. Bringt man unverdünntes Eiweiss nach Zusatz konzentrirterer Laugen (3—5 %) zur Gerinnung, so erhält man nicht leicht ein durchsichtiges oder gut durchscheinendes Albuminat. Dagegen bei Anwendung 1 % oder besser noch schwächerer Alkalilösung gelingt dies bei verdünntem Eiweis ohne Schwierigkeit, und es zeigt sich hierbei, dass die zur Herstellung einer klaren Eiweissgerinnung erforderliche Alkalimenge eine ausserordentlich geringe ist. Dass schon wenige Tropfen verdünnten Alkali's genügen, um in einem verdünnten Eiweiss die marmorartige Gerinnung zu verhüten, ist bekannt. Ich habe beispielsweise gefunden, dass wenig mehr als 0,3 ccm 1 % KOH in einer Mischung von 4 ccm. Hühnereiweiss und 8 ccm. Wasser eine trübe Gerinnung beim Erhitzen verhinderten. Diese Kalimenge würde, wenn zu 4 ccm Eiweiss nur ein oder zwei ccm. Wasser hinzugefügt worden wären, die marmorartige Gerinnung so gut wie gar nicht beeinflusst haben.

Kommt es darauf an, klar geronnenes Eiweiss als Nährboden für Bakterien herzustellen, so wird man freilich davon

absehen müssen, die Durchsichtigkeit des Materials durch grösseren Wasserzusatz bei gleichzeitiger Verwendung sehr geringer Alkalimengen herbeizuführen, weil eine über eine gewisse Grenze hinausgehende Wassermenge die Konsistenz der Gerinnung beeinträchtigt. Für diese Zwecke wird man daher nur wenig von der oben näher bezeichneten Zusammensetzung abgehen können.

Anhang: Ammoniak, NH_3.

In derselben Weise wie mit den Aetzalkalien kann man mit wässerigem Ammoniak klar geronnenes Eiweiss darstellen, nur dass es nicht möglich ist, die Konsistenz und Durchsichtigkeit des Albuminates durch wechselnden Zusatz von NH_3 nach Wunsch zu variiren; denn da beim Erwärmen das Ammoniak sehr leicht und stürmisch aus der Mischung entweicht, so verringert sich einerseits der Gehalt an dieser Basis in ganz unbestimmbarem Maasse, andrerseits wird durch die ausströmenden Gasblasen das Albuminat in seinem Zusammenhang völlig zerrissen, und es wird in den meisten Fällen nur eine aus gallertigen Klumpen bestehende Masse erhalten, welche zu neuen Versuchen oder weiterer Verwendung nicht einladet.

Ich habe in einer Reihe von Versuchen wiederum zu 5 ccm Hühnereiweiss 0,5—6,0 ccm stärkerer oder schwächerer Ammoniakflüssigkeit hinzugefügt und die Mischungen theils rasch, theils langsam erhitzt und konnte konstatiren, dass, abgesehen von den erwähnten, durch die Flüchtigkeit des NH_3 bedingten Störungen, das Ammoniak-Albuminat sich ebenso verhält wie die Aetzalkali-Albuminate. Es lässt sich also auch mit Ammoniak beim Erwärmen eine feste, durchsichtige Eiweissgallerte herstellen und auch in der Kälte das Festwerden des Eiweisses herbeiführen. Eine tabellarische Uebersicht über diese Versuchsreihe scheint indess werthlos, da sich erstens für die anzuwendenden NH_3-Mengen Vorschriften weniger einfach geben lassen und da ferner, wie ich glaube, das Ammoniak-Albuminat eine spezielle Anwendung nicht finden wird. Wollte man den in der Flüchtigkeit des Ammoniaks liegenden Uebelstand abstellen, so würde die

Erhitzung der Eiweissmischungen in geschlossenen Gefässen vorzunehmen sein. Ob und wie weit dabei die Wirkung des Ammoniaks unter Druck das Eiweiss chemisch verändern würde, muss dahingestellt bleiben. Ich habe bei vorliegender Arbeit von derartigen Versuchen Abstand genommen.

III. Abtheilung: Eiweiss, Alkalien und Salze.

Um den Einfluss einiger Salze auf die Gerinnung von Alkali-Albuminaten näher festzustellen, wurden Reihen von Versuchen angestellt, bei denen ausser der Alkalilösung geringe Mengen anorganischer Salze zugefügt wurden.

1. Kochsalz, NaCl.

Zu bemerken ist, dass durch das Hinzufügen von 2,0 ccm. 3 % Kochsalzlösung zu 3,0 ccm 1 % KOH die Klarheit auch nicht mehr erhöht wird, als durch $^1/_2$ %, dass aber die Konsistenz verringert wird und dass ferner beim Zusatz von 1,0 ccm 3 % NaCl zu 4,0 ccm 1 % Kalilauge die Mischung zwar nicht klarer, aber wiederum weicher wird. — Der Zusatz von 3,0 ccm $^1/_2$ % und 1 % Kochsalzlösung zu 2,0 ccm NaOH oder KOH macht die Natron- oder Kali-Albuminate klarer, als die entsprechenden Mischungen ohne NaCl es sind; aber stärkere Kochsalzlösungen vermindern bei gleichem Alkalizusatz die Durchsichtigkeit.

Im Allgemeinen erhöhen $^1/_2$ % und 1 %, also verdünntere Kochsalzlösungen die Durchsichtigkeit, machen aber die Gerinnungen weicher. Konzentrirte Kochsalzlösungen erhöhen im Allgemeinen (nicht immer) die Konsistenz, vielleicht weil NaCl hygroskopisch wirkt.

Um zu sehen, ob und welchen Einfluss Chlornatrium (oder Chlorkalium) allein auf frisches filtrirtes Eier-Eiweiss ausübe, wurden verschiedene Parallelversuche mit 3 % und 10 % Na- und KCl-Lösung ausgeführt. Es ergab sich, wie zu erwarten war, dass Chlornatrium und Chlorkalium allein, selbst in grossem Ueberschuss dem Eiweiss hinzugefügt, weder in der Kälte, noch nach dem Erhitzen einen sichtbaren Einfluss auf dieses haben: In der Kälte trat kein Festwerden ein, beim Erhitzen erfolgte undurchsichtig weisse Gerinnung.

Kochsalz, NaCl.

L.N.	5 ccm Eiweiss	$^1/_2$% NaCl.	1% NaCl.	3% NaCl.
1. 2. 3.	+ 2,0 ccm 1% NaOH	+ 3,0 Nahezu durchsichtig, schwach opalisirend und fest. Für bakteriologische Zwecke brauchbar.	+ 3,0	+ 3,0 Durchscheinend. Etwas milchig getrübt und fest. (Grosser Unterschied).
4.	+ 1,6 ccm 1% NaOH		+ 3. 4. Durchscheinend, etwas milchig getrübt. (Etwas besser als die entsprechende Mischung mit 3% NaCl-lösung).	
5.	+ 1,5 ccm 3% NaOH			+ 3,5. Weiche, noch gleitende Gallerte, vollkommen durchsichtig. Gelbfärbung.
6. 7.	+ 4,0 ccm 1% NaOH		+ 1,0 Nur beim Schütteln und Schlagen bewegliche Gallerte.	+ 1,0. Fest. Im Gegensatz zu Nr. 6 ist die Mischung mit 1 ccm 3% NaCl fester; in dieser Concentration scheint das Kochsalz weniger erweichend zu wirken.
		Vollkommen durchsichtig. Hellgelb gefärbt.		
8. 9. 10.	+ 3,0 ccm 1% KOH	+ 2,0 Fest.	+ 2,0	+ 2,0. Zäh gallertig. Hier wirkt die 3% NaCl-lösung erweichend; allerdings waren die Mischungsverhältnisse anders als bei No. 7.
		Gut durchscheinend. (Durchsichtig: Nach d. Erkalten und längerem Stehen sich etwas trübend).		
11.	+ 4,0 ccm 1% KOH			+ 1,0 Weiche, durchsichtige Gallerte.

2. Chlorkalium, KCl.

Die Versuche mit Chlorkalium zeigten, dass dieses Salz in derselben Weise auf die Eiweissgerinnungen wirkt, wie Kochsalz. Von der Verwendung von Kaliumchlorid wird man daher, falls man die Gegenwart von Natriumsalzen nicht aus besonderen Gründen ausschliessen will, absehen können, da der Zusatz von Kochsalz die gleichen Abänderungen herbeiführt. — Die nach Zusatz von 3% NaCl- oder KCl-lösung auftretende Trübung lässt sich allerdings vermeiden, wenn gleichzeitig concentrirtere Alkalilaugen angewendet werden. So liefert z. B. eine Mischung von 5 ccm Eiweiss und 1,3 3% NaOH und 3,7 3% KCl eine ganz durchsichtige Gerinnung. Doch wird man derartige Mischungen nur selten in Betracht ziehen, da sie wegen ihres hohen Gehalts an anorganischen Salzen nur selten Verwendung finden können.

Chlorkalium, KCl.

L. N.	5 ccm Eiweiss	$^1/_2$% KCl.	1% KCl.	3% KCl.
1. 2. 3.	+ 2,0 ccm 1% NaOH	+ 3,0 Fest und	+ 3,0 durchscheinend.	+ 3,0. Weniger gut durchscheinend; ebenfalls fest. Wie bei Kochsalz wirkt hier die 3% KCl-lösung trübend.
4. 5.	+ 1,3 ccm 3% NaOH		+ 3,7. Fast durchsichtig. Gelb und halbfest.	+ 3,7. Durchsichtig.

Bei grösserer Alkalimenge tritt der Unterschied in der Wirkung der 1% u. 3% KCl-lösung weniger hervor.

3. Glaubersalz, $Na_2SO_4 + 10\ H_2O$.

In gleicher Weise wie durch die Alkalichloride werden durch Glaubersalz in schwächeren ($^1/_2 - 1\,\%$) Lösungen die Eiweissgerinnungen etwas aufgehellt. Ein gutes Resultat lieferte eine Mischung von 5,0 Eiweiss, 2,0 ccm $1\,\%$ KOH und 3,0 ccm $1\,\%$ $Na_2SO_4 + 10H_2O$. Dagegen hat der Zusatz stärkerer ($3\,\%$) Glaubersalzlösung Trübung oder Undurchsichtigkeit zur Folge.

Glaubersalz, $Na_2SO_4 + 10\ H_2O$.

L.N.	5 ccm Eiweiss	$^1/_2\,\%$ Na_2SO_4.	$1\,\%$ Na_2SO_4.	$3\,\%$ Na_2SO_4.
1. 2. 3.	+ 2,0 ccm $1\,\%$ NaOH	+ 3,0. Durchscheinend und fest.	+ 3,0.	+ 3,0. Schwach durchscheinend. Fest. Auch hier wieder wirkte concentrirtere Lösung trübend.
4. 5. 6.	+ 2,0 ccm $1\,\%$ KOH	+ 3,0. Gut durchscheinend	+ 3,0. Fast durchsichtig.	+ 3,0. Sehr wenig durchscheinend, milchig trübe; fest.
		Weniger fest als No. 1–3 mit NaOH.		Wirkung der $3\,\%$ Na_2SO_4-lösung, wie vorher; die Kaligerinnungen sind auch hier im Durchschnitt weniger fest als die Natronalbuminate, was auch sonst beobachtet wurde.

4. Pottasche, K_2CO_3.

Nr. 1—3: Als Nährböden nicht consistent genug. Nach mehrtägigem Stehen werden diese Gerinnungen allerdings fester und sind dann, namentlich das mit $^1/_2$ und 1 % K_2CO_3 wegen ihres geringen Pottaschegehalts, als Nährböden verwendbar.

Nr. 4—6: Nach mehrtägigem Stehen gleichfalls fester werdend, doch nicht im selben Grade, wie die vorhergehenden Natronalbuminate.

Nr. 7—9: Nach mehrtägigem Stehen etwas fester werdend, zugleich aber sich trübend.

Pottasche, K_2CO_3.

L.N.	5 ccm Eiweiss.	$^1/_2$ % K_2CO_3.	1 % K_2CO_3.	3 % K_2CO_3.
1. 2. 3.	+ 2,0 1 % NaOH	+ 3,0. Gut durchscheinend. Weiche, halbflüssige Gallerte.	+ 3,0.	+ 3,0. Ziemlich gut durchscheinend. Etwas festere Gallerte. Schwachgelb.
4. 5 6.	+ 2,0 1 % KOH	+ 3,0. Hell durchscheinend Leicht bewegliche Gallerte.	+ 3,0.	+ 3,0. Weniger durchscheinend. Leicht bewegliche Gallerte. Schwachgelb.
7. 8. 9.	+ 3,0 ccm Eiweiss (ohne Lauge)	+ 3,0. Alle drei noch milchig-trübe durchscheinend. Bei $^1/_2$ % u. 1 % leicht bewegliche Gallerten, bei 3 % noch weicher als diese.	+ 3,0.	+ 3,0.

5. Soda, Na_2CO_3.

Der Zusatz von Natriumcarbonat allein genügt nicht zur Herstellung einer hinreichend durchsichtigen Gerinnung. Ein Unterschied in den 1,6 ccm und 2,0 ccm 3% Sodalösung auf 3,0 ccm Eiweiss enthaltenden Mischungen ist nicht erkennbar.

Soda, Na_2CO_3.

L.N.	5 ccm Eiweiss	½ Na_2CO_3.	1% Na_2CO_3.	3% Na_2CO_3.
1. 2. 3.	+ 2,0 ccm 1% NaOH	+ 3,0. Durchscheinend und fest. Als Nährböden brauchbar.	+ 3,0.	+ 3,0. Durchscheinend. Schwachgelb. Nahezu fest. Nach mehrtägigem Stehen ganz fest werdend.
4. 5. 6.	+ 2,0 ccm 1% KOH	+ 3,0. Fastdurchsichtig, weiche gleitende Gallerte.	+ 3,0. Durchsichtig; etwas fester.	+ 3,0. Durchscheinend und ebenfalls etwas fester. Auch hier nimmt die Consistenz nach mehrtägigem Stehen zu.
7. 8. 9.	+ 3,0 Eiweiss (ohne Lauge)	+ 3,0. Undurchsichtigweiss. Nahezu fest.	+ 3,0. Sehr wenig durchscheinend; fast fest.	+ 3,0. Durchscheinend. Gleitende Gallerte.
	Nach mehrtägigen Stehen fest werdend.			
10.	+ 3,0 Eiweiss			+ 1,6. Fest; milchig-trübe. Wenig durchscheinend.
11.	+ 3,0 Eiweiss			+ 2,0. Desgleichen.

Pottasche und Soda.

Die Versuche mit Eiweissmischungen, welche die Alkalien und die Alkalicarbonate oder nur letztere allein enthielten, zeigten, dass der Zusatz der Carbonate die Gerinnungen beträchtlich aufzuhellen vermag, dass aber die Carbonate allein eine Eiweissgallerte von ausreichender Durchsichtigkeit nicht herzustellen vermögen. Ferner wurde beobachtet, dass sowohl Kalilauge wie Kaliumcarbonat die Consistenz der Gerinnungen abschwächt, selbst dann, wenn ausserdem noch Natriumsalze zugleich zur Verwendung kamen. Mischungen, welche Kalilauge und Soda, oder solche, welche Natronlauge und Pottasche enthalten, sind daher in der Regel zur Herstellung fester Nährböden nicht geeignet.

6. Natriumphosphat, Na_2HPO_4.

L. N.	5 ccm Eiweiss	$^1/_2$ % Na_2HPO_4.	1 % Na_2HPO_4.	3 % Na_2HPO_4.
1. 2. 3.	+ 2,0 ccm 1 % NaOH	+ 3,0.	+ 3,0.	+ 3,0.
		Gallertig fest		Noch gleitende Gallerte
		Durchsichtig		
4. 5. 6.	+ 2,0 ccm 1 % KOH	+ 3,0.	+ 3,0.	+ 3,0.
		Gallertig-fest		Gleitende Gallerte
		Durchsichtig		
7. 8. 9.	+ 3,0 Eiw. (ohne Lauge)	+ 3,0.	+ 3,0.	+ 3,0.
		Flüssig	Dickflüssiger	Fest
		Undurchsichtig-weiss		

Nr. 1—3: Nach längerem Stehen fest werdend; zugleich erscheinen an den Gefässwandungen und inmitten der Gallerte feine Krystallnadeln des Phosphats.

Nr. 4—6: Ebenfalls die Krystalle des Phosphats und etwas weicher als die Gerinnungen mit Natronlauge. Auch hier wieder die früher öfters beobachtete Wirkung des Kali.

Nr. 7—9: Eine geringe Menge Natriumphosphat bewirkte, dass das Eiweiss nicht vollkommen fest gerann, während 1 % und 3 % Lösungen dieses Salzes nicht im Geringsten einzuwirken schienen.

IV. Abtheilung: Eiweiss und alkalische Erden.

Es lag nahe, auch mit Kalk- und Barytwasser einige Versuche anzustellen, um zu sehen, ob die Erdalkalien gemäss ihren chemischen Beziehungen zu den Alkalien ein den letzteren analoges Verhalten Eiweiss gegenüber zeigen würden, und ich habe solche auch angestellt, wiewohl ich mir von vornherein sagen musste, dass für eine practische Verwerthbarkeit der Erdalkali-Albuminate geringe Aussicht vorhanden sei.

Ich titrirte eine kalt gesättigte Calciumoxydhydratlösung mit Normaloxalsäure, wobei Rosolsäure als Indicator diente, und fand 0,17 % $Ca(OH)_2$; andrerseits behandelte ich 50 gr. krystallisirtes Barythydrat mit 1 Lit. heissen Wassers, filtrirte nach dem Erkalten und titrirte; die Titration ergab einen Gehalt von 2,79 % $Ba(OH)_2$ in der Barytlösung. Erstere Lösung wurde ihres schwachen Kalkgehalts halber direct verwendet; von letzterer wurden 50 ccm mit 85 ccm Wasser verdünnt, so dass sich eine etwa 1 %-ige Barytlösung ergab. Die Mischungen mit Eiweiss wurden in der gleichen Weise wie jene mit den Alkalien hergestellt und behandelt. Es gelang jedoch mit Hülfe von Kalk und Baryt nicht, eine den Alkalialbuminaten ähnliche Eiweissgallerte zu erzielen, da concentrirtere Erdalkalilösungen die gewöhnliche, undurchsichtig weisse Gerinnung hervorrufen, verdünntere dagegen diese erst dann verhüten, wenn die zugleich verwendete Wassermenge ein Festwerden des Albuminats nicht mehr zu Stande kommen lässt.

Auch der Zusatz von Chlorbaryum ermöglichte es nicht, die Barytlösung in einer solchen Concentration anzuwenden, dass einerseits das Eiweiss nicht undurchsichtig gerinne, andrerseits das Albuminat gallertig erstarre.

Ich brach daher diese Versuche als aussichtslose ab. Späterhin kam mir jedoch der Gedanke, es könne vielleicht im nativen Eiweiss freie Kohlensäure enthalten sein, welche die überaus rasche und starke Trübung der Mischungen be-

wirke; denn die atmosphärische CO_2 konnte schon beim Zusammenrühren von Baryt und Eiweiss in der Reibschale eine starke milchige Trübung oder sogar Fällung nicht wohl hervorrufen.

Um zu bestimmen, ob im Eiweiss freie CO_2 enthalten sei, bediente ich mich folgenden Apparats: Ich legte zwei Woulf'sche Flaschen mit concentrirter KOH und einen Kalithurm vor ein Standglas, welches das Eiweiss enthielt, und verband dieses mit einer weiteren Woulf'schen Flasche, um den etwa übersteigenden Schaum aufzufangen: an das Schaumglas wurde eine Flasche mit Barytlösung angeschlossen und der ganze Apparat mit einer Saugpumpe in Verbindung gesetzt. Vor jedem Versuche leitete ich zunächst mit Hülfe der Saugpumpe durch die nicht gefüllten Flaschen einen CO_2-freien Luftstrom, brachte dann das Eiweiss von 5 Eiern und die Barytlösung in die betreffenden Gefässe und aspirirte nun etwa $1\,^1/_2$ Stunden wiederum CO_2-freie Luft. Es bildete sich allmählich eine deutliche Trübung und schliesslich ein Niederschlag von kohlensaurem Baryt. Ich hatte zuerst frisches Eiweiss verwendet; es war also durch den Versuch nachgewiesen, dass im frischen Hühnereiweiss freie Kohlensäure vorhanden ist. Um zu sehen, ob dies auch bei älterem Eiweiss der Fall sei, stellte ich einen weiteren Versuch mit vier Wochen alten Hühnereiern an. 5 solche Eier lieferten sehr reichlich Eiweiss, 120 ccm, welches leicht filtrirbar und ohne jedweden Fäulnissgeruch war. Der Versuch wurde in derselben Weise angestellt wie der erstere, nur verwendete ich diesmal eine bestimmte Menge vorher titrirten Barytwassers, um die event. in älterem Hühnereiweiss befindliche CO_2 quantitativ nachweisen zu können. Es ergab sich auch bei diesem Versuch eine deutliche Trübung und Niederschlag von Baryumcarbonat. Die Titration zeigte an, dass 100 ccm Eiweiss 0,02 gr. oder 10 ccm freie Kohlensäure, d. h. 0,02 Gewichtsprocent oder 10 Volumprocent CO_2 enthielten.

Hühnereiweiss, frisches wie älteres, enthält sonach freie Kohlensäure und diese ist wohl in erster Linie der

Grund, weshalb sich kein durchsichtiges Erdalkali-Albuminat erzielen lässt. Es beweisen dies auch die Versuche, welche ich mit dem von CO_2 befreiten Eiweiss und Barytwasser anstellte. Bei denselben wählte ich die Menge des auf 5 ccm Eiweiss zu verwendenden Erdalkalis so, dass sie der bei den Natronreihen verwendeten Alkalimenge nahezu äquivalent war. (Aequivalent sind 171 Th. $Ba(OH)_2$ und 80 Th. NaOH; 171 : 80 ist nahezu gleich 2 : 1; an die Stelle der 1 % Natronlauge musste daher eine 2 % Barytlösung treten. Ausser einer solchen kam noch eine 1 %-ige zur Anwendung).

Frisches und älteres Eiweiss behandelte ich mit 1 und 2 % Barytwasser, bereitete folgende Mischungen:

2,4 $Ba(OH)_2$ 1 und 2 % + 2,6 H_2O + 5 E. (fr. und alt)
2,6 „ „ „ „ + 2,4 „ + 5 „ „ „ „
2,8 „ „ „ „ + 2,2 „ + 5 „ „ „ „
3,0 „ „ „ „ + 2,0 „ + 5 „ „ „ „

und erhitzte dieselben längere Zeit auf 70 ° unter möglichstem Luftabschluss. Die Mischungen waren in der Kälte sämmtlich flüssig, etwas milchigtrübe, und wurden beim Erhitzen fest und — im Gegensatz zu den aus CO_2-haltigen Eiweiss erhaltenen Gerinnungen — mehr oder minder durchscheinend. Damit scheint erwiesen, dass sich unter Wahrung der gebotenen Cautelen ein hinreichend festes und durchsichtiges, dem Natronalbuminat immerhin vergleichbares Erdalkali-Albuminat herstellen lässt. Praktisch verwerthbar freilich, wie schon gesagt, ist es nicht und es wird daher, ganz abgesehen von der umständlichen und schwierigen Darstellungsweise, nur vom theoretisch-chemischen Standpuncte aus Interesse darbieten.

Ueberblicken wir die ganze Reihe der von mir ausgeführten Versuche, so lassen sich deren Ergebnisse dahin zusammen fassen: Die Zwischenstufen zwischen dem Lieberkühn'schen und dem Tarchanoff'schen Albuminat sind aus frischem, abgeklärten Hühnereiweiss leicht und in kürzester Frist mittels 1 — 2 % Alkalilauge darzustellen. Für die

Consistenz und Durchsichtigkeit der Albuminate ist hauptsächlich die verwendete Wassermenge maassgebend. Man kann allerdings ganz klares Lieberkühn'sches Albuminat bereiten, wenn man z. B. wenige Tropfen concentrirter Laugen zu 5,0 ccm unverdünntem Eiweiss hinzufügt. Die Gerinnung enthält indess alsdann überschüssiges Alkali, welches, wenn das Produkt zu weiteren Versuchen dienen soll, erst ausgewaschen werden muss. Wählt man verdünntere Lauge, so entsteht, wie aus Versuchsreihe I. hervorgeht, nach einiger Zeit ebenfalls eine Gerinnung in der Kälte, welche indess nicht in dem Maasse glasartig durchsichtig ist, wie die durch concentrirte Laugen gewonnenen; dieselbe wird beim Erwärmen flüssig und erstarrt bisweilen von Neuem nach dem Erkalten. — Wird verdünnte Eiweisslösung angewendet und geringe Mengen Alkali, so entstehen beim Erhitzen je nach der Wassermenge Gerinnungen von wechselnder Consistenz und Durchsichtigkeit. Allmählich zeigt sich bei dem Albuminat der Uebergang zur Tarchanoff'schen Modification und bei dieser wiederum sind gleichfalls innerhalb gewisser Grenzen einige Abweichungen in den zu verwendenden Alkali- und Wassermengen möglich; man wird, sofern das Albuminat bakteriologischen Zwecken dienen soll, — und dazu dürfte es am häufigsten Verwendung finden — auf vier Punkte Werth legen: darauf, dass die Gerinnung 1) möglichst klar, 2) möglichst consistent, 3) möglichst alkaliarm und 4) möglichst wasserreich sei. Diesen vier Punkten wird am besten entsprochen durch eine Mischung, welche auf 5 Theile Eiweiss 2,4 Theile 1 % Lauge und zwar NaOH, und 2,6 Theile Wasser enthält.

Was den Unterschied in der Wirkungsweise zwischen Kali- und Natronlauge betrifft, lassen sich die bezüglichen Resultate kurz dahin zusammenfassen: Bei gleicher Menge Eiweiss und gleichem Procentgehalt hellt Kalilauge die Gerinnungen in noch höherem Grade auf als Natronlauge, wirkt jedoch gleichzeitig erweichend, so dass die Kalialbuminate von geringerer Consistenz sind, als die durch Natronlauge bereiteten Eiweissgallerten.

Bei der Prüfung der Einwirkung verschiedener Salze auf die Albuminate leitete mich der Gedanke, dass es vielleicht möglich sei, bei Zusatz gewisser Salzmengen die zur Gewinnung einer klaren und festen Eiweissgallerte nöthige Alkalimenge geringer wählen zu können. Ich hoffte dies besonders bei Anwendung von Soda und Pottasche zu erreichen. Wie jedoch die auf Seite 32—38 beschriebenen Versuche zeigen, ist es mir weder mit Hülfe neutraler noch der basisch reagirenden Natrium- und Kaliumverbindungen gelungen, zu dem gewünschten Resultate zu gelangen.

Im Allgemeinen kann man über die Einwirkung der Salze sagen, dass sie für sich allein eine genügende Durchsichtigkeit der Eiweissgerinnungen nicht herbeiführen; ferner, dass sie, in Verbindung mit verdünnten alkalischen Laugen angewendet, zwar eine wesentliche Aufhellung der Gerinnungen herbeizuführen vermögen, gleichzeitig aber die Consistenz derselben verringern.

Die Versuche mit Kalk- und Barytwasser boten von vornherein wenig Aussicht auf Gewinnung eines verwerthbaren Albuminates. Sie wurden lediglich unternommen, um zu prüfen, ob eine Analogie der Wirkung der Erdalkalien mit derjenigen von Kali und Natron zu finden sei. Durch die Bildung von Baryum-, bezw. Calciumcarbonat in Folge des CO_2-Gehalts des nativen Eiweisses wurde indess die beabsichtigte Vergleichung unmöglich gemacht. Ihre Durchführung, sofern diese Frage überhaupt ein Interesse verdient, muss späteren Versuchen aufbehalten bleiben.

Die vorstehend beschriebenen Versuche wurden angestellt im physiologisch-chemischen Institut der Universität Erlangen. Eine Fortsetzung derselben mit anderen Eiweisskörpern ist bereits von anderer Seite in Angriff genommen.

Es ist mir noch eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. J. Rosenthal und dem Assistenten des physiologischen Instituts, Herrn Dr. Oscar Schulz für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für die gütige Unterstützung bei Durchführung derselben meinen herzlichsten Dank abzustatten.